



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

(51) Int Cl.:
G01N 27/90 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08167754.4**

(22) Anmeldetag: **28.10.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(30) Priorität: **29.10.2007 CH 16792007**

(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Moser, Roland Richard**
8005, Zürich (CH)
• **Revaz, Bernard**
1205, Genf (CH)
• **Reymond, Serge**
1205, Genf (CH)
• **Kejik, Pavel**
1024, Ecublens (CH)
• **Popovic, Radivoje**
1025, St-Sulpice (CH)

(54) **Verfahren zum Bestimmen geometrischer Eigenschaften einer Anomalie in einem Werkstück sowie Messvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen geometrischer Eigenschaften (d) einer die elektrische Leitfähigkeit verändernden Anomalie (12) im oberflächennahen Bereich eines elektrisch leitenden, insbesondere metallischen Werkstücks (10).

Eine deutliche Vereinfachung wird dadurch erreicht, dass im Bereich der Anomalie (12) in dem Werkstück

(10) Wirbelströme (13, 14) mit unterschiedlicher Frequenz angeregt werden, und dass das von den angeregten Wirbelströmen erzeugte Magnetfeld ($B_{y,0}$) in der Umgebung der Anomalie (12) abgetastet und ausschließlich aus der Verteilung des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) auf die geometrischen Eigenschaften der Anomalie geschlossen wird.

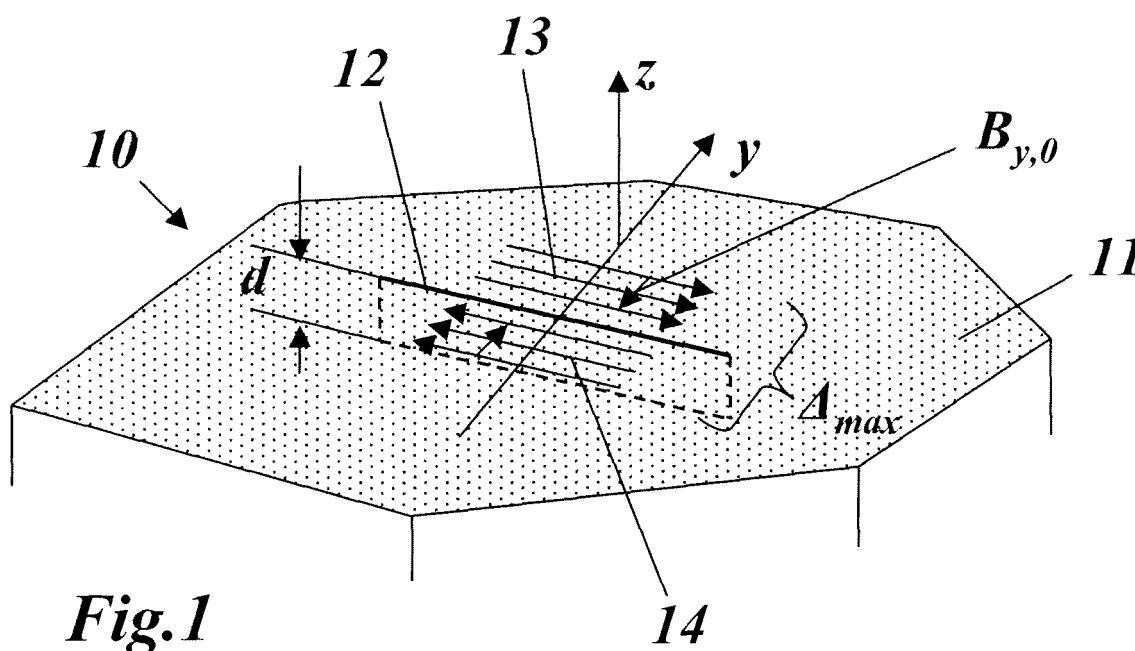


Fig.1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der zerstörungsfreien Werkstückprüfung. Sie betrifft ein Verfahren zum Bestimmen geometrischer Eigenschaften einer Anomalie in einem Werkstück gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Messvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

STAND DER TECHNIK

[0002] Der Anmelderin ist bekannt, dass das Maximum der in der Oberflächen-Ebene liegenden Quadratur (out-of-phase)-Komponente der Riss-bedingten Magnetfeld-Anomalie ($B_{y,0}''(\omega)$) im magnetischen Wechsel-feld eines von der Oberfläche eines elektrisch leitenden Werkstücks in die Tiefe reichenden Risses nützliche Informationen im Bezug auf die Geometrie des Risses enthält. Der Vorteil eines solchen Vorgehens liegt darin, dass die gemessene Magnetfeldgrösse in erster Linie von der Risttiefe abhängt und nicht vom Rissvolumen, wie dies beispielsweise für ein statisches Magnetfeld der Fall ist. Nachteilig ist hierbei jedoch, dass die Risttiefe nicht ohne die zusätzliche Kenntnis der Skintiefe und der magnetischen Permeabilität im Werkstück zum gemessenen $B_{y,0}''(\omega)$ in Beziehung gesetzt werden kann.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0003] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen die geometrischen Eigenschaften einer Anomalie, insbesondere die Risttiefe eines Risses, in einem elektrisch leitenden, insbesondere metallischen Werkstück ohne zusätzliche Kenntnisse über das Werkstück bestimmt werden können.

[0004] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 13 gelöst. Wesentlich für die Erfindung ist, dass im Bereich der Anomalie in dem Werkstück Wirbelströme angeregt werden, und dass das von den angeregten Wirbelströmen erzeugte Magnetfeld in der Umgebung der Anomalie abgetastet und ausschliesslich aus der Verteilung des Magnetfeldes auf die geometrischen Eigenschaften der Anomalie geschlossen wird.

[0005] Eine Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass Anomalien in Form von Rissen im Werkstück untersucht werden, dass als geometrische Eigenschaft der Risse die Risttiefe bestimmt wird, dass in einem ersten Schritt die Lage des Risses auf der Oberfläche des Werkstücks bestimmt wird, und dass in einem zweiten Schritt die Verteilung des Magnetfeldes quer zur Längsrichtung des Risses abgetastet und ausgewertet wird, wobei die Wirbelströme im Bereich des Risses durch Anlegen eines magnetischen Wechselfeldes angeregt werden, und die in der

Ebene der Oberfläche und quer zur Längsrichtung des Risses liegende Quadratur-Komponente des Magnetfeldes abgetastet und ausgewertet wird.

[0006] Vorzugsweise wird die Quadratur-Komponente des Magnetfeldes bei verschiedenen Frequenzen des magnetischen Wechselfeldes abgetastet und ausgewertet, wobei insbesondere die Frequenz des magnetischen Wechselfeldes einen vorgegebenen Frequenzbereich durchfährt, der von etwa 1 kHz bis zu etwa 1 MHz reicht.

[0007] Eine andere Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass, ausgehend von dem Riss, der erste Nulldurchgang der in der Ebene der Oberfläche und quer zur Längsrichtung des Risses liegenden Quadratur-Komponente des Magnetfeldes bestimmt und aus dem ersten Nulldurchgang die maximale Stromschichtbreite der mit dem Riss verknüpften Stromschichten der Wirbelströme ermittelt wird, und dass aus der ermittelten maximalen Stromschichtbreite auf die Risttiefe des zugehörigen Risses geschlossen wird.

[0008] Vorzugsweise wird zur Messung des Magnetfeldes ein auf der Basis des Hall-Effekts arbeitender Messkopf verwendet, wobei insbesondere der Messkopf eine Mehrzahl von in einem linearen Sensor-Array angeordneten Sensorelementen auf CMOS-Basis (CMOS: complementary metal-oxide-semiconductor) in Form von vertikalen Hall-Elementen umfasst. Zur Messung der in der Ebene der Oberfläche und quer zur Längsrichtung des Risses liegenden Quadratur-Komponente des Magnetfeldes wird dabei der lineare Sensor-Array quer zur Längsrichtung des Risses ausgerichtet.

[0009] Bevorzugt wird die maximale Stromschichtbreite mit einer Genauigkeit von 10 μm und die Risttiefe mit einer Auflösung von etwa 50 μm bestimmt.

[0010] Eine Ausgestaltung der erfindungsgemässen Messvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Mittel eine Magnetspule umfassen, dass die zweiten Mittel einen Messkopf umfassen, der innerhalb oder unterhalb der Magnetspule angeordnet ist, dass die Magnetspule und der Messkopf in einer Abtastvorrichtung zusammengefasst sind, und dass die Abtastvorrichtung über die Oberfläche des Werkstücks verfahrbar ist, wobei vorzugsweise die Abtastvorrichtung mittels eines Roboters verfahrbar ist.

[0011] Insbesondere ist die Magnetspule an einen Frequenzgenerator angeschlossen, der Frequenzen im Bereich zwischen etwa 1 kHz und etwa 1 MHz erzeugt. Der Messkopf umfasst einen linearen Sensor-Array mit nach dem Hall-Effekt arbeitenden Sensorelementen, und an eine Signalverarbeitungseinheit angeschlossen. Die Sensorelemente des linearen Sensor-Arrays sind dabei vorzugsweise auf CMOS-Basis in Form von vertikalen Hall-Elementen ausgebildet.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0012] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der

Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 in einer schematischen Darstellung die Ausgangssituation beim erfindungsgemässen Verfahren, bei der sich ein Riss mit einer Risstiefe von der Oberfläche in ein elektrisch leitendes Werkstück hinein erstreckt und bei Anlegen eines magnetischen Wechselfeldes Wirbelströme mit Stromschichten ausbildet;
- Fig. 2 die berechneten Kurven der Quadratur-Komponente des magnetischen Wechselfeldes in der Richtung quer zum Riss für verschiedene Frequenzen des magnetischen Wechselfeldes;
- Fig. 3 die berechnete Abhängigkeit der aus Fig. 2 bestimmten maximalen Stromschichtbreite an einem Riss von der Risstiefe;
- Fig. 4 eine beispielhafte Abtastvorrichtung zur Ermittlung der maximalen Stromschichtbreite an einem Riss;
- Fig. 4a die Anordnung der VHD-Sensorelemente in einem linearen Array der Abtastvorrichtung gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und
- Fig. 5 die mit einem Roboter ausgerüstete Messvorrichtung zur Bestimmung der Risstiefe gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0013] In Fig. 1 ist in einer schematischen Darstellung die typische Ausgangssituation beim erfindungsgemässen Verfahren wiedergegeben. Ein Werkstück 10 aus einem elektrisch leitenden Material, z.B. einem Metall, ist von einer Oberfläche 11 begrenzt, von der aus ein Riss 12 bis zu einer Risstiefe d in den Werkstückkörper hineinreicht. Der Riss 12 erstreckt sich in einer Längsrichtung (x -Richtung im Koordinatensystem der Fig. 1). Wird nun der Bereich des Werkstücks 10, welcher den Riss 12 enthält, mit einem magnetischen Wechselfeld beaufschlagt, werden in dem Werkstück 10 oberflächen-nahe Wirbelströme induziert, die ihrerseits ein Magnetfeld erzeugen. Im Bereich des Risses 12, der eine isolierende Barriere für die Wirbelströme darstellt, bilden sich Stromschichten 13, 14 aus, die sich am Verlauf des Risses 12 orientieren (die Breite der Stromschichten 13, 14 ist in Fig. 1 übertrieben dargestellt). Die (wechselnden) Stromschichten 13, 14 erzeugen ein (wechselndes) Magnetfeld, von dem vor allem die in der Ebene der Oberfläche 11 liegende Komponente $B_{y,0}$ senkrecht zur Längsrichtung des Risses 12 eine Rolle spielt.

[0014] Betrachtet man die Abhängigkeit des Quadra-

tur-Anteils $B_{y,0}(y)$ dieser Komponente von der y -Ortskoordinate, ergibt sich der in Fig. 2 dargestellte Verlauf, der für verschiedene Frequenzen des anregenden Magnetfeldes (10 kHz, 30 kHz, 100 kHz, 300 kHz, 1 MHz und 3 MHz) unterschiedliche Kurven zeigt, die alle (vom Riss 12 bei $y=0$ aus gesehen) einen ersten Nulldurchgang haben, der als Breite Δ der Stromschichten 13, 14 interpretiert wird. Über den Frequenzbereich der Anregungsfrequenz gesehen, der von 1 kHz bis zu 1 MHz reicht, geht diese Stromschichtbreite Δ durch ein Maximum $\Delta_{\max}$, die als maximale Stromschichtbreite ausschliesslich von der Risstiefe d abhängt, nicht jedoch von der elektrischen Leitfähigkeit und magnetischen Permeabilität des Materials, aus dem das Werkstück 10 besteht. Es ergibt sich dann für den allgemeinen Fall der in Fig. 3 wiedergegebene Zusammenhang zwischen Risstiefe d und der maximalen Stromschichtbreite $\Delta_{\max}$, der näherungsweise durch die Proportionalitätsrelation $\Delta_{\max} \sim d^{0,3}$ beschrieben werden kann. Diese Relation bildet die Basis des erfindungsgemässen Verfahrens, das aus einer Messung der maximalen Stromschichtbreite $\Delta_{\max}$ die Risstiefe d des die Anomalie verursachenden Risses 12 bestimmt.

[0015] Wie in Fig. 4 und Fig. 5 dargestellt, umfasst die Messvorrichtung 18 zum Messen der Risstiefe eine Abtastvorrichtung 15 mit einer Magnetspule 16, die von einem Frequenzgenerator 20 über eine Treiberschaltung 19 mit einem einstell- und durchstimbaren Wechselstrom im Frequenzbereich zwischen 1 kHz und 10 MHz beaufschlagt wird. Die Magnetspule 16, die zur Bestimmung von Risstiefen von 1 mm oder weniger beispielsweise einen Aussendurchmesser von 4 mm und einen Innendurchmesser von 1,5 mm haben kann, erzeugt ein magnetisches Wechselfeld, das seinerseits im Werkstück 10 Wirbelströme erzeugt und mit dem das Werkstück 10 abgefragt wird. Innerhalb oder unterhalb der Magnetspule 16 ist ein Messkopf 17 angeordnet, der mit der Magnetspule 16 mitbewegt wird und die von den Wirbelströmen erzeugten Magnetfelder abtastet. Kernstück des Messkopfes 17 ist ein in Standard-CMOS-Technologie hergestellter Halbleiterchip, der einen linearen Sensor-Array 26 von VHD-Sensorelementen 25 enthält (Fig. 4a), die als vertikale Hall-Elemente (Vertical Hall Devices VHD) ausgebildet sind. Mit diesem Sensor-Array 26 können die lokalen Komponenten des magnetischen Feldes in und ausserhalb der Ebene der Oberfläche 11 gemessen werden. Der Messkopf 17 bzw. der Sensor-Array 26 sind dazu an eine Sensoransteuerungseinheit 21 angeschlossen, die den Sensor-Array 26 u.A. mit einer Vorspannung beaufschlagt und das VHD-Signal vorverstärkt. Eine nachgeschaltete Signalverarbeitungseinheit 22, die mit dem Frequenzgenerator 20 verbunden ist, demoduliert das Signal und filtert es. Eine Auswerteeinheit 23 steuert den Frequenzgenerator 20, wertet das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 22 aus und steuert einen Roboter 24 (im Beispiel der Fig. 5 ein Roboterarm), der die Abtastvorrichtung 15 mit der Magnetspule 16 und dem Messkopf 17 über die zu unter-

suchende Oberfläche 11 des Werkstücks 10 führt. Der Roboter 24 kann während der Messung die Abtastvorrichtung 15 verfahren und drehen.

[0016] Mit der in Fig. 5 gezeigten Messvorrichtung 18 kann das Verfahren wie folgt durchgeführt werden:

1. Risserkennung: Mit einer schnellen Messtechnik, die auf einer Veränderung der Impedanz bzw. des Widerstandes der Magnetspule 16 und/oder der Anwesenheit einer Spitze in der mit dem Messkopf 17 gemessenen, nicht in der Oberflächenebene liegenden Komponente des lokalen Magnetfeldes basiert, wird die Anwesenheit eines Risses erkannt, während sich der Roboter 24 mit einer Verfahrensgeschwindigkeit von z.B. 1 cm/s bewegt.
2. Positionierung: Wird ein Riss entdeckt, stoppt der Roboter 24. Der Sensor-Array 26 wird dann senkrecht zur Längsrichtung des Risses positioniert.
3. Bestimmung der Risstiefe: In der eingestellten Position wird mittels Durstimmen der Anregungsfrequenz der Magnetspule und Lokalisieren des Nulldurchgangs von $B_{y,0}(y)$ die maximale Stromschichtbreite $\Delta_{\max}$ gemessen und daraus mit Hilfe der Kurve aus Fig. 3 die Risstiefe d bestimmt.

[0017] Ein entscheidender Punkt des vorliegenden Verfahrens ist die Genauigkeit, mit welcher die Lage des Nulldurchgangs von $B_{y,0}(y)$ auf der y -Achse bestimmt wird. Um eine Auflösung der Risstiefe d von 50 μm bei 1 mm, d.h. eine Auflösung von 5% zu erreichen, muss $\Delta_{\max}$ mit einer Genauigkeit von 10 μm gemessen werden. Dies kann mit einem Sensor-Array 26 mit sehr dicht gepackten VHD-Sensorelementen 25 erreicht werden, wie sie an der EPFL Lausanne, Schweiz, entwickelt worden sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0018]

10	Werkstück (metallisch)
11	Oberfläche (Werkstück)
12	Riss
13,14	Stromschicht
15	Abtastvorrichtung
16	Magnetspule
17	Messkopf
18	Messvorrichtung
19	Treiberschaltung
20	Frequenzgenerator
21	Sensoransteuerungseinheit
22	Signalverarbeitungseinheit
23	Auswerteeinheit
24	Roboter
25	VHD-Sensorelement
26	Sensor-Array
$B_{y,0}$	Magnetfeld (parallel zur Oberfläche, senkrecht zum Riss)

d	Risstiefe
Δ	Stromschichtbreite
$\Delta_{\max}$	maximale Stromschichtbreite

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen geometrischer Eigenschaften (d) einer die elektrische Leitfähigkeit verändernden Anomalie (12) im oberflächennahen Bereich eines elektrisch leitenden, insbesondere metallischen Werkstücks (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Anomalie (12) in dem Werkstück (10) Wirbelströme (13, 14) mit unterschiedlicher Frequenz angeregt werden, und dass das von den angeregten Wirbelströmen erzeugte Magnetfeld ($B_{y,0}$) in der Umgebung der Anomalie (12) abgetastet und ausschliesslich aus der Verteilung des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) auf die geometrischen Eigenschaften der Anomalie geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Anomalien in Form von Rissen (12) im Werkstück (10) untersucht werden, und dass als geometrische Eigenschaft der Risse (12) die Risstiefe (d) bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Schritt die Lage des Risses (12) auf der Oberfläche (11) des Werkstücks (10) bestimmt wird, und dass in einem zweiten Schritt die Verteilung des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) quer zur Längsrichtung des Risses (12) abgetastet und ausgewertet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirbelströme (13, 14) im Bereich des Risses (12) durch Anlegen eines magnetischen Wechselfeldes angeregt werden, und dass die in der Ebene der Oberfläche (11) und quer zur Längsrichtung des Risses (12) liegende Quadratur-Komponente des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) abgetastet und ausgewertet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quadratur-Komponente des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) bei verschiedenen Frequenzen des magnetischen Wechselfeldes ($B_{y,0}$) abgetastet und ausgewertet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenz des magnetischen Wechselfeldes einen vorgegebenen Frequenzbereich durchfährt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgegebene Frequenzbereich von etwa 1 kHz bis zu etwa 1 MHz reicht.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, ausgehend von dem Riss (12), der erste Nulldurchgang der in der Ebene der Oberfläche (11) und quer zur Längsrichtung des Risses (12) liegenden Quadratur-Komponente des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) bestimmt und aus dem ersten Nulldurchgang die maximale Stromschichtbreite ($\Delta_{\max}$) der mit dem Riss (12) verknüpften Stromschichten (13, 14) der Wirbelströme ermittelt wird, und dass aus der ermittelten maximale Stromschichtbreite ($\Delta_{\max}$) auf die Ristiefe (d) des zugehörigen Risses (12) geschlossen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Messung des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) ein auf der Basis des Hall-Effekts arbeitender Messkopf (17) verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messkopf (17) eine Mehrzahl von in einem linearen Sensor-Array (26) angeordneten Sensorelementen (25) auf CMOS-Basis in Form von vertikalen Hall-Elementen (VHD) umfasst.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Messung der in der Ebene der Oberfläche (11) und quer zur Längsrichtung des Risses (12) liegenden Quadratur-Komponente des Magnetfeldes ($B_{y,0}$) der lineare Sensor-Array (26) quer zur Längsrichtung des Risses (12) ausgerichtet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Stromschichtbreite ($\Delta_{\max}$) mit einer Genauigkeit von 10 μm und die Ristiefe (d) mit einer Auflösung von etwa 50 μm bestimmt wird.
13. Messvorrichtung (18) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet durch** erste Mittel (16, 19, 20) zur Erzeugung von Wirbelströmen einer vorgegebenen Frequenz im Werkstück (10) sowie zweite Mittel (17, 21, 22, 23, 25, 26) zur Messung des mit den Wirbelströmen verknüpften Magnetfeldes.
14. Messvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Mittel eine Magnetspule (16) umfassen, und dass die zweiten Mittel einen Messkopf (17) umfassen, der innerhalb oder unterhalb der Magnetspule (16) angeordnet ist.
15. Messvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magnetspule (16) und der Messkopf (17) in einer Abtastvorrichtung (15) zusammengefasst sind, und dass die Abtastvorrichtung (15) über die Oberfläche (11) des Werkstücks (10) verfahrbar ist.
16. Messvorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastvorrichtung (15) mittels eines Roboters (24) verfahrbar ist.
17. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magnetspule (16) an einen Frequenzgenerator (20) angeschlossen ist, und dass der Frequenzgenerator Frequenzen im Bereich zwischen etwa 1 kHz und etwa 1 MHz erzeugt.
18. Messvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messkopf (17) einen linearen Sensor-Array (26) mit nach dem Hall-Effekt arbeitenden Sensorelementen (25) umfasst, und dass der Messkopf (17) an eine Signalverarbeitungseinheit (22) angeschlossen ist.
19. Messvorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorelemente (25) des linearen Sensor-Arrays (26) auf CMOS-Basis in Form von vertikalen Hall-Elementen (VHD) ausgebildet sind.

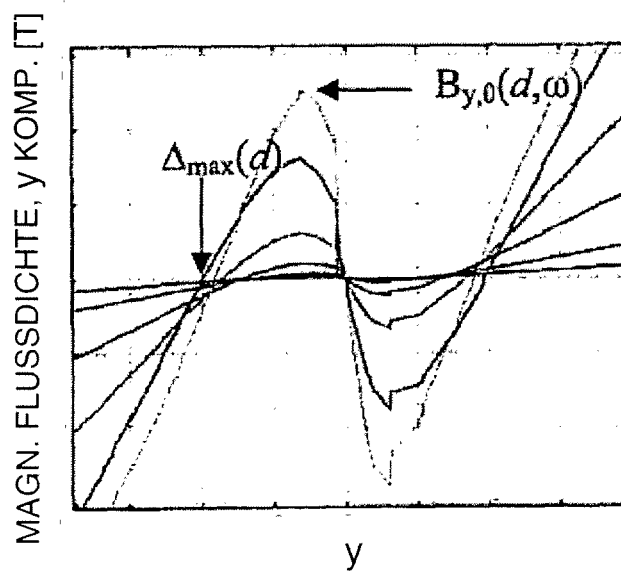
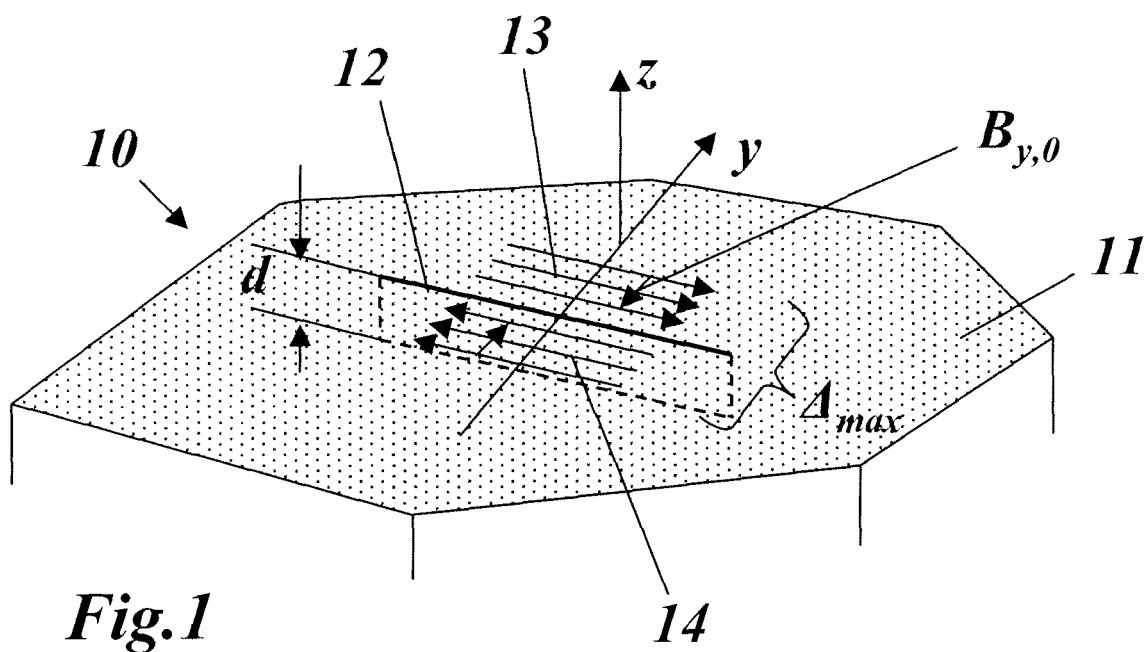
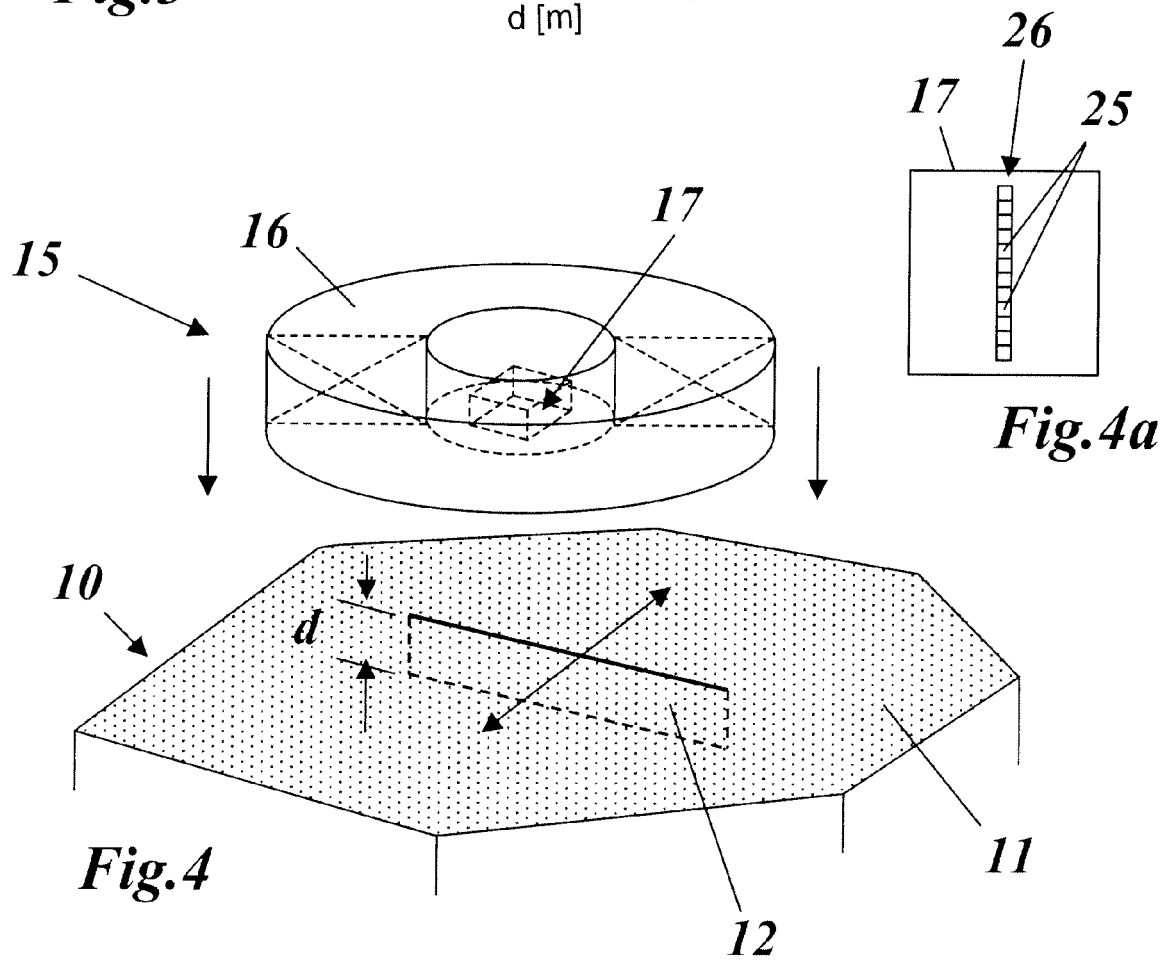
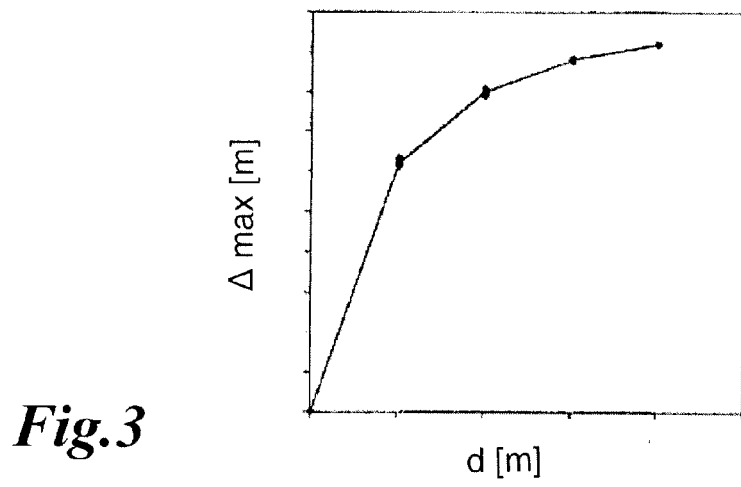
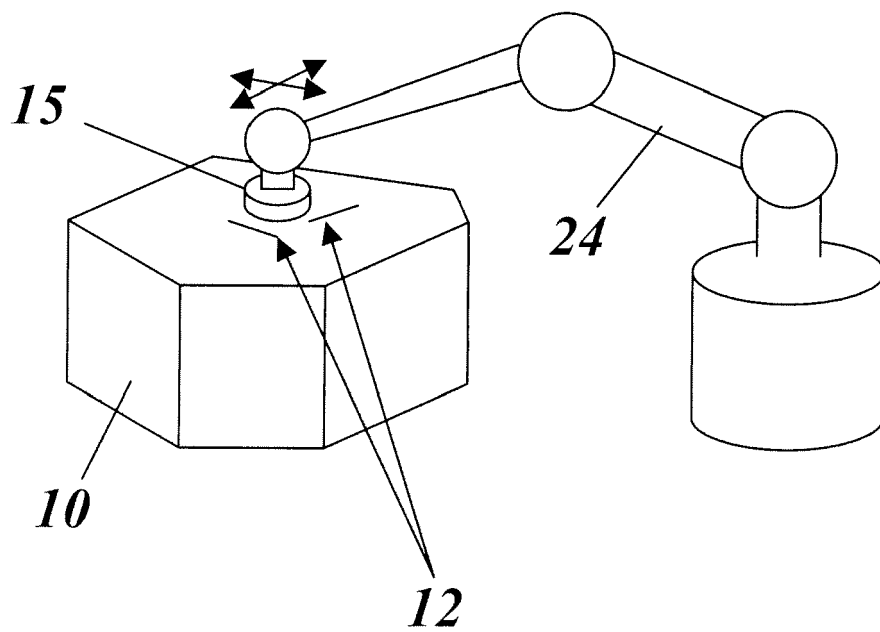
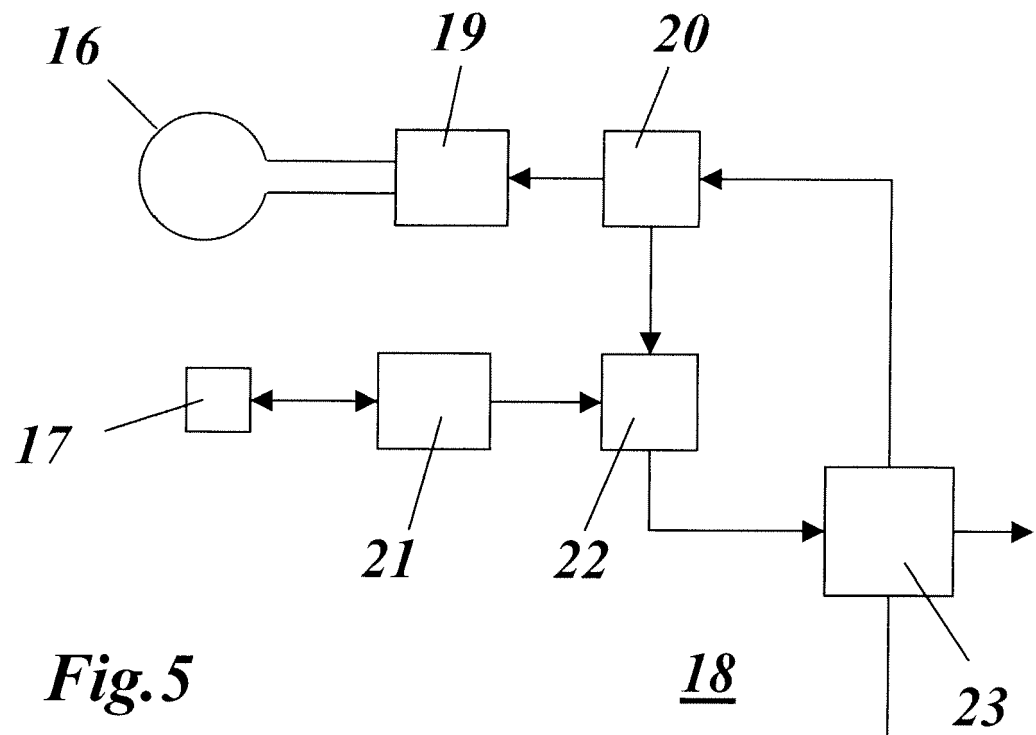


Fig. 2







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 08 16 7754

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	SOPHIAN ET AL: "Pulsed magnetic flux leakage techniques for crack detection and characterisation" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 125, Nr. 2, 10. Januar 2006 (2006-01-10), Seiten 186-191, XP005221303 ISSN: 0924-4247 * Absätze [0002] - [0005]; Abbildung 4 *	1,2, 13-19	INV. G01N27/90
X	SISIRA K GAMAGE ET AL: "A study on a silicon Hall effect device with an integrated electroplated planar coil for magnetic sensing applications; A study on a silicon Hall effect device with an integrated electroplated planar coil" JOURNAL OF MICROMECHANICS & MICROENGINEERING, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB, Bd. 16, Nr. 3, 1. März 2006 (2006-03-01), Seiten 487-492, XP020104931 ISSN: 0960-1317 * das ganze Dokument *	13-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G01N
X	SADEGHI S H H ET AL: "SURFACE POTENTIAL DISTRIBUTIONS DUE TO EDDY CURRENTS AROUND LONG CRACKS IN METALS, INDUCED BY U-SHAPED CURRENT-CARRYING WIRES" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, Bd. 27, Nr. 1, Januar 1991 (1991-01), Seiten 674-679, XP000246986 ISSN: 0018-9464 * Absatz [0001] *	13-19	
A	----- -/--	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Januar 2009	Prüfer Stussi, Elisa
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 16 7754

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	SADEGHI S H H ET AL: "On the suitability of induction coils for crack detection and sizing in metals by the surface magnetic field measurement technique" NDT & E INTERNATIONAL, BUTTERWORTH-HEINEMANN, OXFORD,, GB, Bd. 34, Nr. 7, Oktober 2001 (2001-10), Seiten 493-504, XP004250353 ISSN: 0963-8695	13-19	
A	* Absatz [0001]; Abbildungen 1,2,6-10 *	1-12	
X	POPOVIC R S: "Sensor microsystems" MICROELECTRONICS, 1995. PROCEEDINGS., 1995 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON NIS, SERBIA 12-14 SEPT. 1995, NEW YORK, NY, USA,IEEE, US, Bd. 2, 12. September 1995 (1995-09-12), Seiten 531-537, XP010161737 ISBN: 0-7803-2786-1 * Seite 534, Spalte 1, Absatz 3 *	13-19	
A	DOVER W D ET AL: "The Use of A-C Field Measurements to Determine the Shape and Size of a Crack in a Metal" EDDY-CURRENT CHARACTERIZATION OF MATERIALS AND STRUCTURES, XX, XX, 1981, Seiten 401-427, XP009095690 * das ganze Dokument *	1-12	
A	MINKOV D ET AL: "Method for sizing of 3-D surface breaking flaws by leakage flux" NDT & E INTERNATIONAL, BUTTERWORTH-HEINEMANN, OXFORD,, GB, Bd. 31, Nr. 5, Oktober 1998 (1998-10), Seiten 317-324, XP004292591 ISSN: 0963-8695 * das ganze Dokument *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Januar 2009	Prüfer Stussi, Elisa
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 08 16 7754

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	R. S. POPOVIC: "Hall devics for Magnetic sensor Microsystems" IEEE TRANSDUCERS 1997, 16. Juni 1997 (1997-06-16), - 19. Juni 1997 (1997-06-19) Seiten 377-380, XP002468151 * Seite 378 * -----	19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Januar 2009	Prüfer Stussi, Elisa
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)